پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره) ۱۲ شمارۀ۱، نیمۀ اوّل ۱۴۰۰
صفحۀ ۸۷-۶۸، نوع مقاله: پژوهشی

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 12, No. 1, 2021, p. 68-87 (Research Article)
DOI: 10.22067/ijpr.v12i1.81211

ارزیابی پاسخ ارقام لوبیاقرمز با دو عادت رشدی مختلف به رقابت با علف‌های‌هرز

سیده زهرا طباطبایی‌پور[۱]، زهرا طهماسبی[۲*]، علیرضا تاب[۳] و سجاد رشیدی منفرد[۴]

۱. دکتری اصلاح نباتات، ژنتیک مولکولی و مهندسی ژنتیک، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام؛ z.tabatabaiepoor@ilam.ac.ir

۲. دانشیار و دکتری اصلاح نباتات، ژنتیک بیومتری، عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۳. استادیار و دکتری علوم علف‌های هرز، هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام؛ a.taab@ilam.ac.ir

۴. استادیار و دکتری ژنتیک مولکولی و مهندسی ژنتیک، هیات علمی گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس؛ rashidims@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۷

چکیده

عملکرد گیاه لوبیا به دلیل رشد کم در ابتدای فصل رشد، تحت تأثیر رقابت علف‌های‌هرز به شدت کاهش می‌یابد. با توجه به پژوهش‌های محدود در زمینه تأثیر رقابت علف‌های‌هرز بر صفات فیزیولوژیک لوبیا، آزمایشی برای بررسی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک سه رقم لوبیاقرمز با دو عادت رشدی نیمه‌رونده و ایستاده در رقابت با علف‌های‌هرز در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام در بهار و تابستان ۱۳۹۶ انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با دو عامل، رقم در سه سطح (صیاد، درخشان و لاین D81083) و رقابت علف‌های‌هرز در دو سطح (عاری از علف‌های‌هرز و تداخل تمام فصل علف‌های‌هرز) و با سه تکرار اجرا شد. صفت‌های ارتفاع بوته، زیست‌توده، میزان کلروفیل a، b، میزان کلروفیل کل، آنتوسیانین و کاروتنوئید در سه مرحله V4 (سومین برگ سه‌برگچه‌ای)، R6 (گل‌دهی) و R7 (غلاف‌دهی) و صفت‌های عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بررسی شدند. نتایج نشان داد که در بین سه رقم مورد مطالعه لاین D81083 با رشد ایستاده قدرت رقابتی بالاتری با علف‌های‌هرز دارد و بیشترین میزان ارتفاع بوته، زیست‌توده، تعداد غلاف در بوته، وزن۱۰۰دانه و عملکرد دانه را داشت. تداخل علف‌های‌هرز باعث کاهش تعداد دانه در غلاف، وزن۱۰۰دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه به ترتیب به میزان ، ۳۰/۱۸، ۲۲/۷۱، ۲۷/۴۲ و ۴۲/۲۴ درصد شد. از طرف دیگر، صفت‌های فیزیولوژیک مانند آنتوسیانین، کاروتنوئید در مرحله V4 تحت تأثیر رقم و رقابت علف‌های‌هرز قرار نگرفتند، اما در مرحلهR7، اثر اصلی رقم و رقابت علف‌های‌هرز و در مرحلهR6 اثر اصلی رقابت علف‌های‌هرز بر صفت‌های آنتوسیانین و کاروتنوئید معنی‌دار بود. شاخص رقابت در بین سه رقم مورد مطالعه در سطح ۵درصد معنی‌دار بود و لاین D81083 با مقدار ۱/۸۱ بیشترین شاخص را داشت. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که کشت لاین D81083 با قدرت رقابتی بالاتر و داشتن خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بهتر نسبت به سایر ارقام در مقابل علف‌های‌هرز، به عنوان یک راهکار غیرشیمیایی برای مدیریت علف‌های‌هرز در مزارع لوبیا قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رنگیزه‌های فوتوسنتزی، سایه‌اندازی، صفات رشدی، مدیریت غیرشیمیایی علف‌های‌هرز

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی خانواده حبوبات در دنیا می‌باشد که به عنوان یکی از منابع مهم تأمین‌کننده پروتئین و کالری محسوب می‌شود. لوبیا همچنین، مکمل منابع غنی از کربوهیدرات مانند برنج، ذرت، و کاساوا می‌باشد (Mola & Belachew, 2015). در سال زراعی ۹۶-۹۵ محصول لوبیا ۳۵ درصد از کل حبوبات تولیدی کشور را تشکیل داده و بعد از نخود در رتبه دوم قرار داشته است (Ministry of Agriculture-Jahad Statistics, 2018). پروتئین دانه این گیاه، در مقایسه با غلات دو تا سه برابر و نسبت به گیاهان نشاسته‌ای ۱۰ تا ۲۰ برابر است. از این رو، در کشورهایی که تولید پروتئین حیوانی با محدودیت روبرو است، این گیاه می‌تواند نقش اساسی در تأمین پروتئین مورد نیاز انسان داشته باشد (Ghamari & Ahmadvand, 2015b).

یکی از محدودیت‌های عمده تولید لوبیا، حضور علف‌های‌هرز می‌باشد (Mola & Belachew, 2015).

* نویسنده مسئول: z.tahmasebi@ilam.ac.ir

علف‌های‌هرز به شدت با لوبیا رقابت می‌کنند و می‌توانند تا ۸۰درصد باعث کاهش عملکرد آن شوند (Blackshaw, 1991). لوبیا به‌واسطه داشتن رشد کُند و قدرت رقابتی پایین به عنوان یک رقابت‌کننده ضعیف با علف‌های‌هرز شناخته می‌شود. از این رو، کنترل علف‌های‌هرز ارجحیت زیادی برای تولیدکنندگان آن دارد (Saberali *et al*., 2012).

کاهش عملکرد یک گونه گیاهی در طی رقابت، به دلیل استفاده مشترک از منابع محدودی است که در اختیار گیاه قرار دارد. به دلیل رقابت سختی که علف‌های‌هرز با گیاهان زراعی دارند، گفته می‌شود که رقابت با علف‌های‌هرز تنش بر گیاهان محسوب می‌شود. به دلیل استقرار علف‌های‌هرز همزمان یا قبل از رشد گیاه زراعی، شدت رقابت برای گیاه زراعی بیشتر می‌شود. استقرار اولیه علف‌های‌هرز، سطح خاک را با جلوگیری از دسترسی گیاهان به نور پوشش می‌دهد (Rathore *et al*., 2014).

علف‌های‌هرز، اغلب عملکرد محصولات را وقتی که در اوایل فصل، رشد می‌کنند کاهش می‌دهند و می‌توانند حتی عملکرد را اگر آن‌ها چندین هفته بعد از ظهور محصول نیز حذف شوند، کاهش دهند (Horvath *et al*., 2015). دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز برای لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) سه تا پنج یا شِش هفته بعد از کاشت (Burnside *et al*., 1998) و در لوبیای سفید (*Phaseolus vulgaris* L.) از مرحله دومین سه‌برگچه‌ای تا اوایل گلدهی (Woolley *et al*., 1993) است. کنترل اولیه علف‌های‌هرز بسیار مهم است، زیرا سیستم ریشه‌ای گیاه در این مرحله توسعه پیدا می‌کند و بعضی از علف‌های‌هرز، مواد دگرآسیبی که رشد گیاه را محدود می‌کند، ترشح می‌کنند (Mola & Belachew, 2015).

عادت رشدی گیاه چون تعیین‌کننده توزیع ساقه و برگ‌ها و نهایتاً مؤثر بر میزان نور جذب شده توسط گیاه است، می‌تواند از طریق تأثیر بر توانایی رقابتی و نیز تراکم‌پذیری آن اثرات قابل‌توجهی بر عملکرد داشته باشد. ژنوتیپ‌هایی با عادت رشدی نامحدود، توانایی رقابتی بالاتری نسبت به ژنوتیپ‌های رشدمحدود نشان دادند (Saberali *et al*., 2012)، با این وجود، گزارش‌های متناقضی در رابطه با عادات رشدی بر توانایی رقابتی وجود دارد. به‌طور مثال، ژنوتیپ‌های ایستاده نخود در مقایسه با ژنوتیپ‌های خوابیده و نیمه‌ایستاده توان رقابتی بالاتری داشتند (Wang *et al*., 2007). اندازه‌گیری شاخص‌های رشد می‌تواند گویای توانایی رقابتی هر گونه در طول دوره رشد باشد. آنالیزهای رشد گیاه می‌توانند به عنوان ابزاری برای نشان‌دادن توانایی رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز به‌کار روند (Lak *et al*., 2013). نتایج ارزیابی توان رقابتی دو رقم لوبیای درخشان و صیاد در تیمارهای رقابت علف‌های‌هرز نشان داد که بالابودن شاخص سطح برگ و ارتفاع لوبیای صیاد در مقایسه با درخشان سبب کاهش اثرات سوء گونه‌های علف‌های‌هرز و نیز تلفات عملکرد در این رقم بود (Ahmadi *et al*., 2007a). افزایش طول دوره رقابت با علف‌هرز در لوبیا سبب کاهش روند افزایش ارتفاع طی فصل رشد گردید. با افزایش طول دوره تداخل علف‌های‌هرز، به تدریج از عملکرد دانه کاسته شد و در مقابل، افزایش طول دوره کنترل علف‌های‌هرز، عملکرد دانه را افزایش داد. از آنجا که در جامعه گیاهی، ارتفاع بوته نقش مهمی در فرآیند جذب نور خورشید و متعاقباً فتوسنتز دارد، بنابراین کاهش ارتفاع در اثر رقابت می‌تواند از دلایل کاهش عملکرد نهایی گیاه محسوب شود (Ghamari & Ahmadvand, 2013). دوره‌های تداخل علف‌های‌هرز از ۱۰ تا ۶۰ روز پس از سبزشدن به طور معنی‌داری عملکرد و اجزای عملکرد واریته‌های لوبیا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شرایط آلوده به علف‌هرز در طی یک فصل رشد کامل منجر به کاهش عملکرد لوبیای معمولی برای واریته AFR-702 و Awassa-dume به‌ترتیب به میزان ۷۳/۶۵ و ۷۶/۸۸ درصد در مقایسه با تیمارهای عاری از علف‌هرز شد (Mola & Belachew, 2015). فاکتورهای غیرزیستی مانند کاهش آب و مواد مغذی و تغییر در کیفیت و کمیت نور، در ظرفیت فتوسنتزی گیاهان منعکس می‌شود. محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی شاخص مهمی از ظرفیت فتوشیمیایی گیاهان است. زیرا کلروفیلa جذب طول موج بلند نور را ترجیح می‌دهد. کلروفیلb طول موج کوتاه نور را به کار می‌برد و کاروتنوئیدها سایر طول موج‌های نور و آنتی‌اکسیدان‌های درون‌زاد را جذب می‌کنند و از کلروفیل در برابر آسیب‌های فوتودینامیکی حفاظت می‌کنند (de Aguiar *et al*., 2019). میزان کلروفیل برگ به میزان زیادی، تعیین‌کننده میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده است (Ghamari & Ahmadvand, 2015b).

Vrbnicanin *et al*, (2012) گزارش کردند که رقابت علف‌های‌هرز سبب کاهش میزان کلروفیل در چاودار شد. حضور ذرت خودرو (وحشی) در کشت لوبیا باعث ایجاد رقابت برای نور شده و موجب کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی، کلروفیل و متغیرهای مورفولوژیک در گیاهان لوبیا شد (de Aguiar *et al*., 2019). در پژوهش Mckenzie-Gopsill *et al*, (2019) نشان داده شد که علف‌های‌هرز مجاور گیاه ذرت می‌توانند باعث ایجاد تغییرات در رنگدانه‌های فتوسنتزی شوند، به‌طوری که سطوح کاروتنوئید و کلروفیل برگ سویا (soybean)

(*Glycine max* (L.) Merr.) در تیمار پر از علف‌هرز به طور قابل توجهی کاهش یافت.

در اغلب مطالعات، تأثیر رقابت علف‌های‌هرز بر صفات فیزیولوژیک لوبیا، با وجود اهمیت آن نادیده گرفته شده است. در این راستا، بررسی پاسخ‌های لوبیا به علف‌های‌هرز برای درک اثر متقابل‌های گیاه با گیاه در طی رقابت حیاتی است. این مطالعه با هدف بررسی تعدادی از خصوصیات مورفوفیزیولوژیک، عملکرد دانه و توان رقابتی سه رقم لوبیا با عادت‌های رشدی متفاوت در رقابت با علف‌های‌هرز انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی توان رقابتی سه رقم لوبیاقرمز با علف‌های‌هرز، این پژوهش در فصل زراعی ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام (طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۵ دقیقه و ۲۲ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی: ۳۳ درجه و ۳۸ دقیقه و ۱۵ ثانیه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۴۲۷ متر) انجام شد. بافت خاک محل انجام آزمایش لومی-سیلتی با اسیدیته حدود ۷/۳۹ بود. هر واحد آزمایشی شامل شش ردیف به طول دو متر با فاصله ۴۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اول شامل سه رقم لوبیاقرمز با دو عادت رشدی نیمه‌رونده و ایستاده (صیاد، درخشان و لاین D81083) (جدول ۱) و عامل دوم شامل عدم کنترل علف‌های‌هرز و کنترل کامل علف های‌هرز تا پایان دوره رشد بود. بذور ارقام لوبیا از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی-ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای خمین تهیه شد. کلیه مراقبت‌های زراعی از قبیل شخم بهاره، آماده‌سازی زمین، کودهای مورد نیاز و سمپاشی علیه آفات و بیماری‌ها و آبیاری به‌طور یکسان در تمام کرت‌ها انجام شد. براساس نتایج فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (جدول۲) به میزان ۱۰۰کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۰۰کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در زمان اجرای عملیات تهیه بستر بذر استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات ارقام لوبیاقرمز

Table 1. Characteristics of Red bean cultivars

ارقام **Cultivars**	عادت رشدی **Growing habit**
صیاد Sayad	رشد نامحدود و نیمه‌رونده Indeterminate and semi erect growth (Type 2)
درخشان Derakhshan	رشد محدود و ایستاده Determinate and erect growth (Type 1)
D81083	رشد محدود و ایستاده Determinate and erect growth (Type 1)

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 2. Soil physical and chemical characteristics of the experiment

بافت **Texture**	میزان (درصد) **Content (%)**				میزان (پی پی ام) **Content (ppm)**		کربن آلی (درصد) **Organic carbon (%)**	اسیدیته **pH**	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) **EC (dS.m^{-1})**
	سیلت **Silt**	رس **Clay**	شن **Sand**	نیتروژن (درصد) **Nitrogen (%)**	فسفر قابل‌دسترس **Available P**	پتاسیم قابل‌دسترس **Available k**			
لوم سیلتی Silty loam	58	27	15	0.1	4.94	356.26	1.74	7.39	0.26

کنترل علف‌های‌هرز به‌صورت وجین دستی هر هفته در تیمارهای عاری از علف‌هرز انجام شد و هیچ‌گونه علف‌کشی در طرح استفاده نشد. شروع اندازه‌گیری صفات در مرحله V4 (سومین برگ سه‌برگچه‌ای) از رشد لوبیا (شروع نمونه‌برداری به‌صورت بصری تعیین شد یعنی زمانی‌که برگ‌ها با گیاهان مجاور تماس پیدا کردند، (Horvath *et al.*, 2015)) و نمونه‌برداری‌های بعدی در مراحل R6 (گل‌دهی) و R7(غلاف‌دهی) انجام شد. صفات مورد بررسی لوبیا در مرحله V4، R6 و R7 عبارت بودند از: ارتفاع ساقه، وزن خشک بوته، سطح برگ، میزان کلروفیل a و b، میزان کلروفیل کل، کاروتنوئید و آنتوسیانین. برای اندازه‌گیری سطح برگ از

دستگاه سطح برگ سنج (Jain Laboratory Instruments; India) استفاده شد.

جهت نمونه‌برداری از علف‌های‌هرز، در سه مرحله V4، R6 و R7 یک کادر مربعی ۰/۵ × ۰/۵ مترمربعی به‌طور تصادفی در هر کرت انداخته شد و تعداد و نوع علف‌های‌هرز درون هر کادر برحسب گونه شمارش و سپس بوته‌های علف‌های‌هرز و لوبیا برداشت شدند. سپس برای اندازه‌گیری زیست‌توده، بوته‌های علف‌های‌هرز و لوبیا به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها درون پاکت‌های کاغذی درون آون با دمای ۷۲درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت (این زمان بستگی به نوع بافت و میزان رطوبت اولیه موجود در گیاه متغیر بود) قرار داده و سپس توزین شدند. جهت اندازه‌گیری مقدار اهمیت علف‌هرز (درصد) (Importance Value of Weed, IVW) (%) در دو مرحله V4 و R9، معادله ۱ مورد استفاده قرار گرفت (Mamun *et al*., 2011):

معادله ۱:

$$IVW = \frac{DW_1}{DW_T}$$

در معادله فوق، DW_1 وزن خشک یک گونه علف‌هرز و DW_T وزن خشک تمام گونه‌های علف‌هرز می‌باشد.

پس از رسیدن کامل بوته‌های لوبیا، از هر یک از سه ردیف میانی هر کرت، در مجموع، ۱۰بوته به صورت تصادفی (به طول یک متر و عرض نیم متر با فاصله نیم متر از بالا و پایین کرت) برداشت گردید و عملکرد دانه و اجزای عملکرد با استفاده از ترازوی حساس با دقت صدم گرم اندازه‌گیری شد.

جهت بررسی توان رقابتی ارقام لوبیا در برابر علف‌های‌هرز از شاخص رقابت (Competitive Index) (CI) (معادله ۲) استفاده شد:

معادله ۲:

$$CI=\frac{Y_i}{Y_{mean}} \times \frac{B_i}{B_{mean}}$$

که در معادله فوق Y_i= عملکرد دانه رقم i در حضور علف‌های‌هرز، Y_{mean}= متوسط عملکرد دانه همه ارقام در حضور علف‌های‌هرز، B_i= زیست‌توده علف‌های‌هرز مربوط به رقم i و B_{mean}= متوسط زیست‌توده علف‌های‌هرز در کل ارقام می‌باشد (Radicetti *et al*., 2012).

ارزیابی کلروفیل، آنتوسیانین و کاروتنوئید

برای سنجش میزان کلروفیل a، b، میزان کلروفیل کل، آنتوسیانین و کاروتنوئید، ۲۰۰ میلی‌گرم از برگ سبز بالایی در ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد همـوژن گردید و پس از انجام سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه (rpm) و دمای ۴درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه، مایع رویی را برداشته و حجم آن با استون ۸۰ درصد به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر UV-Visible (مدل Cary-50 ساخت شرکت Varianکشور استرالیا)، میزان جذب در طول موج‌های ۶۶۳، ۴۷۰، ۶۴۶/۶، ۶۶۳/۶ و ۶۴۷ و ۵۳۷ اندازه‌گیری و با استفاده از روابط زیر رنگدانه‌های فتوسنتزی محاسبه شد. جهت تنظیم دستگاه از استن ۸۰ درصد به عنوان شاهد استفاده گردید.

Chl.a ($\mu g.ml^{-1}$)= ۱۲/۲۵ (A ۶۶۳/۶) - ۲/۵۵ (A ۶۴۶/۶) (Porra, 2002)

Chl.b ($\mu g.ml^{-1}$)= ۲۰/۳۱ (A ۶۴۶/۶) - ۴/۹۱ (A ۶۶۳/۶) (Porra, 2002)

Chl.T ($\mu g.ml^{-1}$)= ۱۷/۷۶ (A ۶۴۶/۶) + ۷/۳۴ (A ۶۶۳/۶) = Chl.a + Chl.b (Porra, 2002)

Anthocyanin ($\mu mol\ ml^{-1}$)= ۰/۰۸۱۷۳ (A ۵۳۷) - ۰/۰۰۶۹۷ (A ۶۴۷) - ۰/۰۰۲۲۲۸ (A ۶۶۳) (Sims & Gamon, 2002)

Caroteniod ($\mu g.ml^{-1}$)= [۱۰۰۰ (A ۴۷۰) - ۳/۲۷ (Chl.a) - ۱۰۴ Chl.b)]/۲۲۹ (Lichtenthaler and Wellburn, 1983)

A: میزان جذب محلول عصاره در طول موج مشخص

در این فرمول Chl.a، Chl.b، Chl.T، Anthocyanin و Caroteniod به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، آنتوسیانین و کاروتنوئیدها (شامل کاروتن و گزانتوفیل) می‌باشد.

آنالیز آماری

بررسی روند تغییرات صفت‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک در طی سه مرحله نمونه‌برداری (V4، R6 R7) انجام شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از نرم‌افزار22 SPSS و آزمون‌های شاپیرو-ویلک کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. جهت آنالیز داده‌ها نیز از نرم‌افزار SAS 9.4 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزارExcel 2013 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح معنی‌دار ۵ درصد انجام گرفت. آزمون نرمال بودن داده‌ها روی توزیع باقیمانده داده‌ها انجام شد.

نتایج و بحث

اهمیت علف‌های‌هرز

بررسی تحقیق حاضر نشان داد که از ابتدای رشد تا مرحله V4 لوبیا، هفت گونه علف‌هرز مشاهده و شناسایی شد. در بین گونه‌های علف‌های‌هرز، پیچک صحرایی بالاترین اهمیت را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). در انتهای رشد لوبیا و در مرحله R9، هشت گونه علف‌هرز مشاهده و شناسایی شد که خرفه و تاج‌خروس ریشه قرمز به ترتیب با ۲۷/۳۳ و ۲۱/۹۲ درصد بالاترین اهمیت را دارا بودند.

جدول ۳- مقدار اهمیت علف‌هرز (IVW) در تیمار تداخل کامل علف‌هرز در مرحله V4 و R9 (رسیدگی فیزیولوژیک)

Table 3. Importance value of weed (IVW) in full interference of weeds at V4 and R9 (Physiological Maturation) stage

نام فارسی Persian name	نام گونه علف‌هرز Weed species name	خانواده Family	مقدار اهمیت علف‌هرز (درصد) در مرحله V4 Importance value of weed in V4 stage (%)	مقدار اهمیت علف‌هرز (درصد) در مرحله R9 Importance value of weed in R9 stage (%)
پیچک صحرایی	*Convolvulus arvensis* L.	Convolvulaceae	68.88	8.78
خرفه	*Portulaca oleracea* L.	Portulacaceae	7.97	27.33
دم روباهی	*Setaria verticillata* (L.) P.Beauv.	Poaceae	6.53	20.48
خارخسک	*Tribulus terrestris* L.	Zygophyllaceae	1.60	0.62
سلمه‌تره	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae	0.00078	13.63
تاج‌خروس ریشه قرمز	*Amaranthus retroflexus* L.	Amaranthaceae	0.0004323	21.92
علف هفت‌بند	*Polygonum aviculare* L.	Polygonaceae	0.0002871	-
اویارسلام ارغوانی	*Cyperus rotundus* L.	Cyperaceae	-	4.61
تاج‌خروس رونده	*Amaranthus blitoides* S.Wats.	Amaranthaceae	-	2.63

در پژوهش‌های دیگری، علف‌های‌هرز غالب در لوبیا را سلمه‌تره، تاج‌خروس ایستاده (وحشی) (*Amaranthus retroflexus* L.) و تاج‌خروس رونده و پیچک صحرایی (Ghamari & Ahmadvand, 2013)، تاج‌خروس وحشی، کنف وحشی (*Hibiscus trionum* L.)، عروسک پشت پرده (*Physalis alkekengi* L.)، سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv)، توق (*Xanthium strumarium* L.)، سلمه‌تره، (Aghaalikhani *et al*., 2005) و همچنین تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، سوروف، و خارخسک (Ahmadi *et al*., 2007b) گزارش کرده‌اند. علف‌های‌هرز مورد بررسی تحقیق ما، گونه‌های غالب مناطق غرب کشور محسوب می‌شوند (Ghamari & Ahmadvand, 2013). در مرحله V4، ۵۸۵ بوته علف‌هرز در مترمربع در نمونه‌برداری‌های انجام‌شده شمارش شد، در حالی‌که در مرحله R9، ۴۸۰ بوته علف‌هرز مشاهده گردید. در ابتدای فصل رشد به دلیل وجود فضای کافی، تعداد زیادی علف‌های‌هرز در مزرعه سبز شده و رشد می‌کنند، ولی با آغاز رقابت (برون و درون گونه‌ای) پدیده خودتُنُکی سبب کاهش تعداد علف‌های‌هرز شده، ولی علف‌های‌هرز باقی‌مانده وزن زیادی پیدا کرده و از این طریق فشار رقابتی خود را به گیاه زراعی وارد می‌کنند (Lak *et al*., 2005).

صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه

تجزیه واریانس داده‌های مورفولوژی در سه مرحله نمونه‌برداری (جدول ۴) نشان داد که اثر اصلی رقم و رقابت با علف‌های‌هرز تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع، زیست‌توده و سطح برگ در هر سه مرحله V4، R6 و R7 در گیاه لوبیا داشت، به استثنای صفت زیست‌توده (در مرحله R6 و R7) و سطح برگ (در مرحله R7) که فقط اثر اصلی رقابت با علف‌های‌هرز آن‌ها معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل رقم در رقابت با علف‌هرز بر صفت سطح برگ (LA) در مرحله V4 و صفت ارتفاع در مرحله R7 معنی‌دار شد (جدول ۴). روند تغییرات ارتفاع سه رقم در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز (شکل ۱) نسبت به شرایط کنترل تمام فصل علف‌های‌هرز نشان داد که لاین D81083 در هر سه زمان نمونه‌برداری میانگین ارتفاع بیشتری نسبت به سایر ارقام دارد و میانگین ارتفاع لاین D81083 در مرحله R7 ۳۴/۳۳ سانتی‌متر بود. در شرایط کنترل کامل علف‌های‌هرز و در سومین مرحله نمونه‌برداری (R7) (شکل ۱) رقم صیاد ارتفاع بیشتری (۴۶/۶۴ سانتی‌متر) نسبت به لاین D81083 و رقم درخشان داشت. در هر سه مرحله نمونه‌برداری، ارتفاع بوته‌های لوبیای رشدیافته در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز نسبت به شرایط کنترل تمام فصل علف‌های‌هرز، کاهش معنی‌داری داشت (شکل ۲ الف).

در زمینه تأثیر علف‌های‌هرز بر ارتفاع گیاه زراعی در طی دوره حساس کنترل علف‌های‌هرز گزارش‌های متفاوتی وجود دارد. در مطالعه Lak *et al*, (2013) حضور علف‌های‌هرز تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاهان مورد مطالعه نداشت. در مطالعه Horvath *et al*, (2015) ارتفاع سویا در مرحله V3 رشد (سه برگی‌شدن) در تیمارهای کنترل کامل علف‌های‌هرز و تداخل کامل با علف‌های‌هرز مشابه هم بود و تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند، ولی در مرحله بسته‌شدن کانوپی تفاوت معنی‌داری

گزارش شد. Green-Tracewicz *et al*, (2011) نشان دادند که ارتفاع گیاه به وسیله کاهش نسبت R/FR (نسبت نور قرمز به فراسرخ) (در رقابت با علف‌هرز نسبت R/FR کاهش پیدا می‌کند) در تمام مراحل رشد رویشی سویا به‌طور آشکاری افزایش داشته، درحالی‌که کاهش نسبت R/FR بعد از واردشدن به مرحله زایشی تأثیری بر افزایش یا کاهش ارتفاع ندارد. بنابراین برخلاف این حقیقت که گیاهان تنش‌دیده از علف‌های‌هرز بلندتر از گیاهان شاهد هستند، در بعضی موارد به‌طور معنی‌داری کوتاه‌تر نیز می‌باشند که با پاسخ‌های کلی اجتناب از سایه (کاهش نسبت ریشه به ساقه، افزایش ارتفاع، افزایش سطح ویژه برگ، کاهش ظرفیت فتوسنتزی و گلدهی زودهنگام) ناسازگار است. در آزمایش حاضر کاهش ارتفاع بوته را می‌توان به کاهش منابع رشد و به دنبال آن کاهش جذب مواد غذایی (Assimilation) به‌وسیله گیاه در اثر حضور علف‌های‌هرز نسبت داد (Kropff & Lotz, 1992). بدین‌معنی که با افزایش سایه‌اندازی علف‌های‌هرز، احتمالاً برگ‌های کمتری به نقطه جبران نوری می‌رسند (Sterck *et al*., 2013) که این موضوع اثر نامطلوبی بر فتوسنتز و تولید مواد دارد و سبب عدم رشد سلول‌ها و کاهش تقسیم سلولی می‌شود، به‌طوری که افزایش طول سلول به دلیل ازدیاد نسبت نور مادون قرمز به نور قرمز قادر نخواهد بود که از کوتاه‌شدن گیاه جلوگیری کند (Casal, 2012). در تحقیقاتی دیگر هم گزارش شده است که کاهش ارتفاع گیاه زراعی بر اثر رقابت علف‌های‌هرز می‌توانند به دلیل کاهش منابع و در نتیجه کاهش رشد گیاه زراعی باشد (Ghamari & Ahmadvand, 2015a).

رقابت علف‌های هرز در هر سه مرحله رشدی V4، R6 و R7 باعث کاهش معنی‌دار سطح برگ گیاه لوبیا نسبت به گیاهان رشدیافته در شرایط عاری از علف‌هرز شد (شکل ۲ج). در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز، لاین D81083 بیشترین و صیاد کمترین سطح برگ را در بین سه رقم در طی سه مرحله نمونه‌برداری داشتند (شکل ۳). در شرایط کنترل تمام فصل علف‌های‌هرز، در مرحله V4 رقم درخشان و در دو مرحله R6 و R7، لاین D81083 بیشترین سطح برگ را داشتند (شکل ۳). البته در مرحله R7 تفاوت معنی‌داری بین ارقام برای صفت سطح برگ مشاهده نشد.

براساس نتایج، بیشترین زیست‌توده لوبیا زمانی به دست آمد که در تمام طول فصل رشد عاری از علف‌های‌هرز بود و زمانی که با علف‌های‌هرز در رقابت کامل بود، کاهش معنی‌دار زیست‌توده لوبیا در هر سه مرحله رشدی V4، R6 و R7 مشاهده شد (شکل ۲ب). اثر اصلی رقم روی صفت زیست‌توده فقط در مرحله V4 معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) شد، به‌طوری که بیشترین زیست‌توده مربوط به لاین D81083 (۱/۳۶ گرم در هر بوته) بود (جدول ۷).

گیاه لوبیای رشدیافته در این آزمایش در حضور علف‌های‌هرز کاهش سطح برگ را نشان داد که نشان‌دهنده کاهش شاخه‌دهی است که معمولاً این گونه موارد در پاسخ‌های اجتناب از سایه مشاهده می‌شود (Green-Tracewicz *et al*., 2011). در مطالعه Horvath *et al*, (2015) سطح برگ در سال ۲۰۱۰ در مرحله V3 تا ۵۰درصد و در سال ۲۰۱۱ تا ۱۸درصد کاهش داشت. یکی از بارزترین اثرات حضور علف‌های‌هرز در مزرعه، افزایش تراکم گیاهی در واحد سطح است و افزایش تراکم در واحد سطح از عوامل ایجاد رقابت جهت دریافت منابع مشترک ازجمله نور است. نور یکی از مهم‌ترین عواملی است که عملکرد گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در شرایطی که گیاه زراعی با علف‌هرز در رقابت است، هر چند سطح برگ کل جامعه گیاهی در واحد سطح افزایش می‌یابد، ولی به دلیل کاهش سطح برگ تک‌بوته در اثر تداخل و رقابت درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای، شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد (Ahmadi *et al*., 2007a). به نظر می‌رسد که کاهش سطح برگ گیاه زراعی زمینه را برای توسعه، رشد و بهره‌برداری از منابع توسط علف‌های‌هرز بیشتر نموده و در نتیجه سبب تجمع بیشتر ماده خشک توسط علف‌های‌هرز می‌گردد (Ahmadi *et al*., 2004).

در مطالعه Oliver *et al*, (1976) کاهش در LAI، وزن خشک گیاه، و CGR بهترین شاخص‌هایی بودند که در طی رقابت درون یا بین گونه‌ای در طی فصل رشد، اثر رقابتی ایفا می‌کردند که هر دو صفت LAI و کاهش وزن خشک گیاهان، روند مشابهی را نشان دادند؛ با این حال، کاهش LAI در آغاز اتفاق افتاد و شدیدتر شد.

تجزیه آماری نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که اثر متقابل رقم در رقابت با علف‌هرز بر عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد تأثیر معنی‌داری دارد (جدول ۵). اثر اصلی رقم روی صفت‌های عملکرد، تعداد غلاف در بوته و وزن۱۰۰دانه معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۱$). همچنین اثر اصلی رقابت با علف‌های‌هرز روی عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه تأثیر معنی‌داری ($P < ۰/۰۱$) داشت (جدول ۵). در بررسی عملکرد دانه سه رقم مورد مطالعه در رقابت با علف‌های‌هرز، لاین D81083 و رقم درخشان به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشته‌اند (تفاوت معنی‌داری بین عملکرد دانه لاین D81083 و صیاد وجود نداشت). در شرایط کنترل کامل علف‌های‌هرز، لاین D81083 و صیاد به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند، البته

تفاوت معنی‌داری بین عملکرد دانه صیاد و درخشان وجود نداشت (شکل ۴الف). در شرایط تداخل کامل علف‌های‌هرز، بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به لاین D81083 و صیاد بود و کمترین تعداد غلاف در بوته در رقم درخشان مشاهده شد (شکل ۴ب). حضور علف‌های‌هرز تا انتهای دوره رشد لوبیا باعث کاهش معنی‌دار ($P < ۰/۰۱$) عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن۱۰۰دانه شد. در مطالعه (2011) Stagnari & Pisante نیز کاهش عملکرد همراه با کاهش در LAI و تعداد غلاف در تیمارهای تداخل علف‌های‌هرز دیده شد که برای سایر لگوم‌ها مانند نخود (Al-Thahabi *et al*., 1994) نیز گزارش شده است که تعداد کمتر غلاف‌ها، می‌تواند به دلیل تعداد کمتر شاخه‌ها، کاهش وزن بذر و زیست‌توده باشد. در مطالعه (2016) Mojaddam *et al*, بالاترین تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) در تیمار وجین کامل و کمترین میانگین صفات مذکور در تیمار وجین تا غنچه‌دهی به دست آمد. روند کاهش عملکرد دانه را می‌توان به سایه‌اندازی علف‌های‌هرز، ریزش گل‌ها به دلیل وجود رقابت و کاهش اجزای عملکرد نسبت داد. از سویی دیگر، کاهش عملکرد دانه به واسطه تداوم حضور علف‌های‌هرز در طول فصل رشد را می‌توان ناشی از قدرت رقابت گونه‌های مختلف علف‌های‌هرز موجود دانست (Aghaalikhani *et al*., 2005).

رقابت سه رقم لوبیا با علف‌های‌هرز بر عملکرد دانه و بیولوژیک تأثیر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که در تراکم ۳۲ بوته تاج‌خروس در مترمربع عملکرد دانه ارقام صیاد، اختر و لاین D81083 نسبت به شاهد به ترتیب ۴۲، ۵۷ و ۷۲ درصد کاهش یافت (Amini *et al*., 2009).

در پژوهش (2011) Ghanbari Motlagh *et al*, در بین ارقام درخشان، صیاد و گلی بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم گلی و کمترین عملکرد مربوط به رقم صیاد بود. به نظر می‌رسد که بالابودن عملکرد دانه در رقم گلی به علت رشد نامحدود، عادت رشدی رونده آن و سطح برگ بالا باشد (Ghanbari Motlagh *et al*., 2011). رقم صیاد نیز به علت داشتن کمترین ماده خشک تجمعی و کمترین سطح برگ، کمترین عملکرد دانه را دارا بود. ویژگی‌های مورفولوژیکی از قبیل ارتفاع و سطح برگ در افزایش توان رقابتی بسیار مهم هستند. اثر عوامل محیطی روی گیاهان به سن و مرحله نموی گیاه بستگی دارد، به‌طوری‌که در طول مراحل رشد، میزان حساسیت گیاه به علف‌های‌هرز متفاوت است.

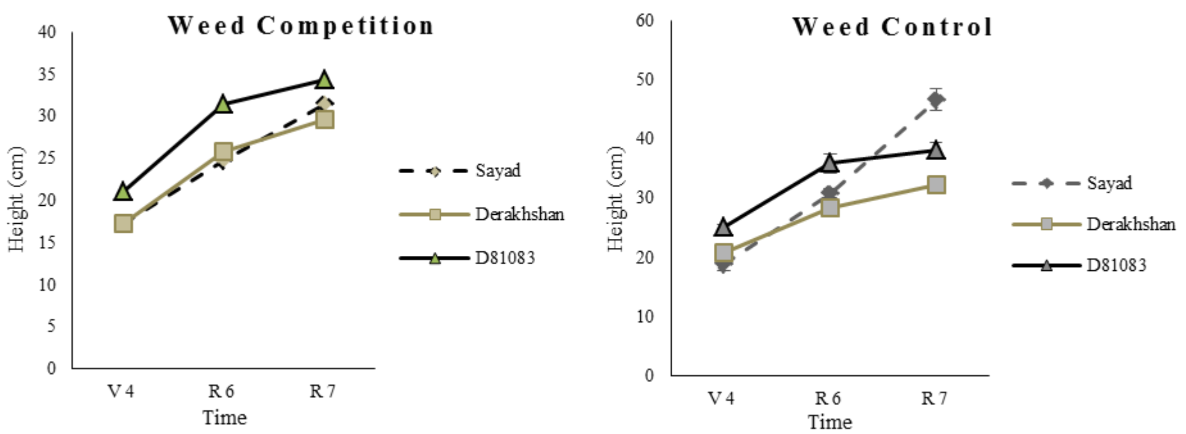
در بررسی (2013) Lak *et al*, که در طی دو سال اجرا شد، تداخل علف‌های‌هرز باعث کاهش عملکرد، تعداد دانه در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته شد و رقم گلی و تلاش با بیشترین شاخص تحمل رقابت به علف‌های‌هرز ارقام برتر شناخته شدند. در آزمایش حاضر، تعداد دانه در غلاف، وزن۱۰۰دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه در شرایط رقابت کامل با علف‌های‌هرز نسبت به کنترل کامل علف‌های‌هرز به ترتیب به میزان ۳۰/۱۸، ۲۲/۷۱، ۲۷/۴۲ و ۴۲/۲۴ درصد کاهش یافت. در پژوهش (2011) Eshaghi *et al*, ارقام گلی و درخشان به ترتیب ۱۲ و ۱۰ درصد عملکرد بیشتری نسبت به رقم صیاد داشتند. تعداد غلاف در بوته از مهم‌ترین و حساس‌ترین اجزای عملکرد لوبیا بوده و به شدت تحت تأثیر رقابت علف‌های‌هرز قرار می‌گیرد. در مطالعه‌ای که در بالا ذکر شد، رقم گلی در مقایسه با رقم درخشان، حدود ۱۵ درصد و در مقایسه با صیاد حدود ۲۴ درصد تعداد غلاف بیشتری داشت. در این مطالعه تعداد غلاف بوته در شرایط کنترل نسبت به عدم کنترل علف‌های‌هرز حدود ۳۵ درصد بیشتر بود که طبیعتاً علت آن، حذف فشار رقابتی ناشی از حضور علف‌های‌هرز و دردسترس بودن بیشتر منابع است. در مطالعه (2011) Eshaghi *et al*, تعداد دانه در غلاف در بین ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری داشت و رقم گلی و درخشان به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را داشتند. همچنین در این مطالعه رقم درخشان وزن۱۰۰دانه بیشتری نسبت به دیگر رقم‌ها داشت. بالاتربودن وزن۱۰۰دانه در شرایط کنترل کامل علف‌های‌هرز نیز می‌تواند به علت کاهش رقابت بین لوبیا و علف‌های‌هرز باشد که منابع بیشتری را در اختیار گیاه لوبیا قرار می‌دهد.

در مطالعه (2012) Moriles *et al*, ذرت رشدیافته با علف‌های‌هرز تا مرحله V4 دارای ارتفاع، سطح برگ و زیست‌توده مشابه با ذرت V4 بدون تنش بود؛ با این حال، در مرحله V6، حتی اگر علف‌های‌هرز در مرحله V4 حذف شوند، این گیاهان کوتاه‌تر بودند و دارای سطح برگ و زیست‌توده کمتری نسبت به ذرت بدون تنش بودند. وقتی‌که علف‌های‌هرز تا مرحله V6 ذرت باقی ماندند، کاهش ارتفاع گیاهان تحت تنش علف‌های‌هرز مشاهده شد. گیاهان رشدیافته با علف‌های‌هرز تا مرحله V8 در حدود ۵۰ درصد کاهش زیست‌توده و ۵۳ درصد کاهش سطح برگ را داشتند. هنگامی‌که علف‌های‌هرز تا مرحله V8 باقی ماندند، عملکرد دانه و زیست‌توده کاه و کلش ۱۵ تا ۳۳ درصد به ترتیب در سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ کاهش یافت.

شاخص رقابتی

شاخص‌های رقابت ابزارهای مفیدی برای ارائه اطلاعات بر روی توانایی رقابتی محصول در برابر علف‌های‌هرز در برنامه‌های اصلاحی هستند. شاخص رقابت (CI) معیار مناسبی برای

مقایسه توانایی ژنوتیپ‌های مختلف گیاه زراعی برای کاهش تلفات عملکرد ناشی از علف‌های‌هرز است (Radicetti *et al.*, 2012). با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۸)، شاخص رقابتی (CI) بین سه رقم مورد مطالعه در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین شاخص رقابتی ارقام نشان داد که بیشترین شاخص رقابتی را لاین D81083 داشت. ارقام صیاد و درخشان تفاوت آماری معنی‌داری با هم نداشتند، ولی رقم صیاد از شاخص رقابتی بالاتری نسبت به رقم درخشان برخوردار بود (شکل ۵). برای معرفی رقم مقاوم باید رقم موردنظر هم شاخص رقابتی بیشتری داشته باشد و هم عملکرد مناسبی را تولید کند. بنابراین بین سه رقم/لاین مورد مطالعه لاین D81083 می‌تواند به عنوان یک لاین مقاوم مطرح شود، چون عملکرد بالایی داشت و در رقابت با علف‌هرز نیز موفق‌تر بود و هم از شاخص رقابتی بالاتری برخوردار بود. در پژوهشی که به مطالعه توان رقابتی هفت ژنوتیپ لوبیاقرمز، چیتی و سفید پرداخته بودند، بیشترین شاخص رقابتی (CI) را ژنوتیپ‌های گلی و پاک داشتند و ژنوتیپ‌های صیاد، اختر، خمین و شکوفا شاخص رقابتی کمتری نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر داشتند (Amini *et al.*, 2014). در بین ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز، گلی بیشترین شاخص رقابتی را داشت و صیاد کمترین شاخص رقابتی را داشت. پژوهشگران اظهار داشتند که ارتفاع بیشتر گونه‌های‌هرز غالب نسبت به ژنوتیپ‌های لوبیا باعث می‌شود که ژنوتیپ‌های لوبیا با رشد نامحدود و ارتفاع بوته بیشتر مثل گلی و پاک، توان رقابتی بالاتری در برابر علف‌های‌هرز غالب داشته باشند. علت استفاده از شاخص رقابت این است که در واقع هیچ‌یک از شاخص‌های عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ارقام در شرایط کشت خالص و در شرایط رقابت با علف‌هرز و زیست‌توده علف‌های‌هرز، به تنهایی نمی‌توانند معیار مناسبی جهت اندازه‌گیری توانایی رقابت ارقام باشند (Sarani *et al.*, 2011). Sarani *et al*, (2011) بیان کردند که بهترین رقم از نظر توان رقابتی، رقمی است که ضمن برخورداری از عملکرد بالا، زیست‌توده علف‌هرز را نیز کاهش دهد.



شکل ۱- روند تغییرات ارتفاع ارقام لوبیاقرمز در سه مرحله نمونه‌برداری در شرایط کنترل و رقابت با علف‌های‌هرز

Fig. 1. Trend of height changes of red been cultivars at three sampling stages under weed competition and weed control

صفات فیزیولوژیکی

رنگیزه‌های فتوسنتزی

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۹) نشان داد که اثر اصلی رقم و اثر متقابل رقم در رقابت با علف‌های‌هرز بر هیچ‌کدام از صفات فیزیولوژیکی ارزیابی‌شده در مرحله V4 معنی‌دار نبود، ولی اثر اصلی رقابت با علف‌هرز بر صفت‌های کلروفیل a و کلروفیل کل در سطح ۵ درصد و در صفت کلروفیل b در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. در مرحله R6، کلروفیل a، b و کلروفیل کل تحت تأثیر هیچ کدام از تیمارها قرار نگرفتند. رقابت با علف‌های‌هرز تأثیر معنی‌داری ($P < ۰/۰۱$) روی کلروفیل a، b و کلروفیل کل در مرحله R7 داشت (جدول ۹). مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۶) نشان داد که در شرایط کنترل کامل علف‌های‌هرز در دو مرحله V4 و R7، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل نسبت به شرایط تداخل کامل علف‌های‌هرز افزایش معنی‌دار داشت. گیاهان لوبیای تحت رقابت با علف‌های‌هرز نمونه‌برداری‌شده در مرحله R7، میزان کلروفیل a، b و میزان کلروفیل کل مشابهی با گیاهان لوبیای تحت رقابت با علف‌های‌هرز در مرحله V4 دارند (شکل ۶). با توجه به این نکته که تحت شرایط رقابت با علف‌هرز میزان نور فراسرخ (FR) افزایش می‌یابد.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی در تیمار رقابت با علف‌هرز در سه رقم لوبیا قرمز

Table 4. Analysis of variance related to the studied traits from three red bean cultivars as affected by weed competition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Degree of freedom (df)	میانگین مربعات Mean of squares								
		مراحل نمونه‌برداری Sampling stages								
		مرحله سومین سه‌برگچه‌ای V4 stage			مرحله گل‌دهی R6 stage			مرحله غلاف‌دهی R7 stage		
		ارتفاع Height	سطح برگ Leaf area	زیست‌توده Biomass	ارتفاع Height	سطح برگ Leaf area	زیست‌توده Biomass	ارتفاع Height	سطح برگ Leaf area	زیست‌توده Biomass
بلوک Block	2	5.30 ^{ns}	0.48 ^{ns}	0.37 ^{ns}	3.45 ^{ns}	4.15 ^{ns}	7.87 ^{ns}	10.40 ^{ns}	7.20 ^{ns}	8.38 ^{ns}
رقم Cultivar	2	42.05 **	80.30 **	0.64 *	79.28 *	12.42 **	1.80 ^{ns}	101.41 *	7.092 ^{ns}	15.89 ^{ns}
رقابت با علف‌هرز Weed competition	1	39.16 *	40.78 **	0.73 *	83.20 *	218.85 **	16.36 *	234.57 **	253.66 **	74.61 **
رقم × رقابت علف‌هرز Weed ×Cultivar competition	2	2.61 ^{ns}	15.53 **	0.05 ^{ns}	4.71 ^{ns}	0.79 ^{ns}	0.70 ^{ns}	72.74 *	0.717 ^{ns}	4.16 ^{ns}
خطا Error	10	4.08	1.51	0.09	10.73	1.49	2.33	16.49	2.30	5.38
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		10.10	9.63	28.23	11.10	6.05	34.65	11.46	6.75	31.67

**، * و ^{ns}: به ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد؛ و عدم معنی‌داری می‌باشد.

*, ** and ^{ns}: indicate a significant at $P \leq 0.05$ and $P \leq 0.01$ and non-significant difference, respectively.

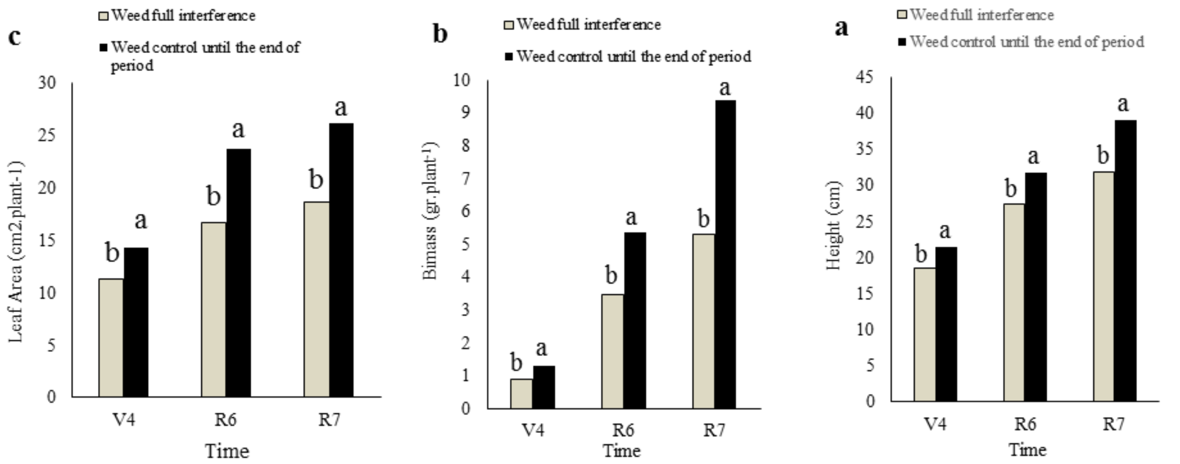
جدول ۵- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد در تیمار رقابت با علف‌هرز در سه رقم لوبیاقرمز

Table 5. Analysis of variance related to the yield and components yield from three red bean cultivars as affected by weed competition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Degree of freedom (df)	میانگین مربعات Mean of squares			
		عملکرد دانه Grain yield	تعداد غلاف در بوته No. pod. plant^{-1}	تعداد دانه در غلاف No. seed. pod^{-1}	وزن۱۰۰دانه 100 Seed weight
بلوک Block	2	8212.50^{ns}	0.73^{ns}	0.14^{ns}	9.61^{ns}
رقم Cultivar	2	2506387.50**	5.39**	0.47^{ns}	279.56**
رقابت با علف‌هرز Weed competition	1	15652012.50**	10.89**	9.82**	182.46**
رقم × رقابت علف‌هرز Weed competition×Cultivar	2	989662.50*	5.06**	0.44^{ns}	32.22^{ns}
خطا Error	10	148612.50	0.46	0.59	11.47
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		11.07	13.80	18.67	13.62

**، * و ns: به ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد و ۵ درصد و عدم معنی‌داری

*, ** and ns: significant at P≤0.05 and P≤0.01 and non-significant difference, respectively

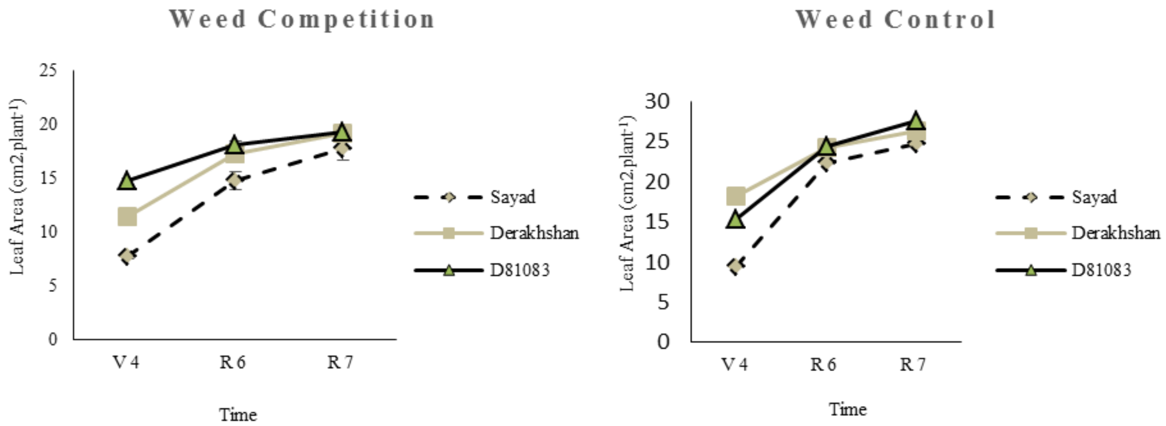


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر ساده رقابت با علف‌های‌هرز صفت ارتفاع (الف)، زیست‌توده (ب) و سطح برگ (ج) در سه زمان نمونه‌برداری

Fig. 2. Mean comparison for the main effects of weed competition for the (a) height, (b) biomass, and leaf area traits at three sampling stages

برگ‌های ایجادشده گیاه لوبیا که تحت نور غنی از فراسرخ هستند، میزان کلروفیل پایین‌تر و وزن مخصوص برگ پایین‌تری هم دارند (Bartoli *et al.*, 2009). میزان کلروفیل برگ به میزان زیادی، تعیین‌کننده میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده است و لذا می‌تواند عملکرد نهایی را متأثر سازد. سایه‌اندازی علف‌های‌هرز روی گیاه زراعی میزان کلروفیل a و b را کاهش می‌دهد و این صفات به‌طور قوی و مثبتی مرتبط با تجمع وزن خشک گیاه هستند. با افزایش سایه‌اندازی علف‌های‌هرز از میزان فتوسنتز کاسته شده و سبب کاهش صدور کربوهیدرات به گره‌های ریبوزومی می‌شود. این امر بر فعالیت گره‌های ریبوزومی اثر می‌گذارد و در نتیجه میزان تثبیت نیتروژن و به دنبال آن میزان پروتئین برگ را متأثر خواهد ساخت (Mauro *et al.*, 2011). در این پژوهش نیز همزمان با کاهش میزان زیست‌توده در تیمار رقابت کامل با علف‌هرز میزان کلروفیل نیز کاهش یافت. نتایج پژوهشی دیگر نشان داد که تیمارهای آزمایشی (تداخل و کنترل کامل علف‌های‌هرز) از لحاظ کلروفیل نسبی برگ در سطح احتمال ۱درصد و از نظر پروتئین بذر در سطح احتمال ۵ درصد

اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (Ghamari & Ahmadvand, 2015b). Saberali *et al*, (2012) گزارش کردند که حضور و عدم حضور علف‌هرز تاج‌خروس در سال اول کشت معمولاً تأثیر معنی‌داری بر غلظت کلروفیل برگ ژنوتیپ‌های لوبیاقرمز (گلی و لاین D81083) نداشته است، ولی در سال دوم و به‌طور کاملاً متضاد با نتیجه سال اول، غلظت کلروفیل برگ در رقم گلی و در شرایط فشار رقابتی زیاد علف‌هرز تاج‌خروس نسبت به عدم حضور آن به طور معنی‌داری کاهش یافت. Ribeiro *et al*, (2017) گزارش کردند که افزایش تراکم گیاهان (لوبیا و علف‌های‌هرز) باعث کاهش میزان کلروفیل کل گیاه لوبیا و علف‌های‌هرز مجاور و همچنین کاهش میزان درشت‌مغذی‌ها (P و K) و ریزمغذی‌ها (Zn، Fe، Mn و Cu) در لوبیا و علف‌های‌هرز شد. علف‌های‌هرز از طریق رقابت بر سر منابع رشد، اثر نامطلوبی بر میزان کلروفیل برگ دارند. روند کاهشی کلروفیل در رقابت با علف‌هرز (تراکم بالای علف‌هرز همراه با گیاه زراعی) می‌تواند ناشی از عوامل درونی گیاه بر اثر رقابت بوته‌ها برای جذب عناصر غذایی نیز باشد (Majnoon Hosseini *et al*., 2003).



شکل ۳- روند تغییرات سطح برگ ارقام لوبیاقرمز در سه مرحله نمونه‌برداری در شرایط کنترل و رقابت با علف‌های‌هرز

Fig. 3. Trend of leaf area changes of red been cultivars at three sampling stages under weed competition and weed control

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و رقابت با علف‌هرز بر ارتفاع در مرحله R7 و سطح برگ در مرحله V4

Table 6. Mean comparison of interaction of cultivar and weed competition on height at R7 stage and leaf area at V4 stage

رقم Cultivar	میانگین صفت ± خطای استاندارد Mean adjective ± Standard error سطح برگ، مرحله V4 (سانتی‌متر مربع در هر گیاه) Leaf area, V4 stage (cm².plant⁻¹)		ارتفاع، مرحله R7 (سانتی‌متر) Height, R7 stage (cm)	
	تداخل کامل علف‌های‌هرز Weed full interference	کنترل علف‌های‌هرز تا پایان دوره Weed control until the end of period	تداخل کامل علف‌های‌هرز Weed full interference	کنترل علف‌های‌هرز تا پایان دوره Weed control until the end of period
صیاد Sayad	7.69 [d] ± 0.28	9.41 [cd] ± 0.52	31.41 [bc] ± 1.11	46.64 [a] ± 1.85
درخشان Derakhshan	11.44 [c] ± 0.34	18.11 [a] ± 0.58	29.64 [c] ± 1.01	32.24 [bc] ± 0.88
D81083	14.67 [b] ± 0.24	15.30 [b] ± 0.10	34.33 [bc] ± 1.51	38.16 [b] ± 1.28
LSD (P = 0.05)	4.64		7.38	

در هر ستون، وجود حداقل یک حرف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در بین میانگین‌ها می‌باشد.

مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال معنی‌داری ۵ درصد می‌باشد.

In each column, at least one similar letter indicates non-significant difference between the means.
Mean comparison by LSD test at a significant probability level of 5%

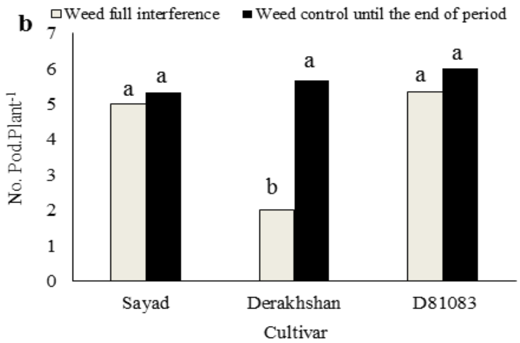
جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم و رقابت با علف‌های‌هرز برای صفات زیست‌توده در مرحله V4، وزن۱۰۰دانه و تعداد دانه در غلاف ارقام لوبیاقرمز

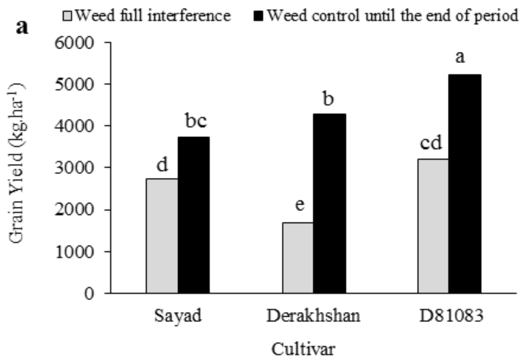
Table 7. Mean comparison for the main effects of cultivar and weed competition for the biomass (V4 stage), 100 seed weight and seed number per pod traits of red bean

	میانگین صفت ± خطای استاندارد **Mean adjective ± Standard error**	
رقم **Cultivar**	وزن۱۰۰دانه (گرم) **100 Seed weight (g)**	زیست‌توده (مرحله V4) (گرم در هر گیاه) **Biomass (V4 stage) g.plant^{-1}**
صیاد Sayad	19.48 ^{b} ± 0.24	0.72 ^{b} ± 0.04
درخشان Derakhshan	22.55 ^{b} ± 1.10	1.15 ^{a} ± 0.07
D81083	32.54 ^{a} ± 0.91	1.36 ^{a} ± 0.04
LSD (P = 0.05)	4.35	0.39
رقابت علف‌هرز **Weed competition**	وزن۱۰۰دانه (گرم) **100 Seed weight (g)**	تعداد دانه در غلاف **No. seed pod^{-1}**
تداخل کامل علف‌های‌هرز Weed full interference	21.67 ^{b} ± 0.62	3.4 ^{b} ± 0.08
کنترل علف‌های‌هرز تا پایان دوره Weed control until the end of period	28.04 ^{a} ± 0.80	4.87 ^{a} ± 0.06
LSD (P = 0.05)	3.55	0.81

در هر ستون، وجود حداقل یک حرف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در بین میانگین‌ها می‌باشد.
مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال معنی‌داری ۵ درصد می‌باشد.

In each column, at least one similar letter indicates non-significant difference between the means.
Mean comparison by LSD test at a significant probability level of 5%





شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و رقابت با علف‌هرز بر صفت (الف) عملکرد دانه و (ب) تعداد غلاف در بوته

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Fig. 4. Mean comparison of interaction of cultivar and weed competition on traits (a) grain yield and (b) Number of pod per plant

Means with a letter in common are not significantly different at P < 0.05.

جدول ۸- تجزیه واریانس شاخص رقابتی ارقام لوبیاقرمز در رقابت با علف‌هرز

Table 8. Analysis of variance of competition index for red bean cultivars under weed competition

منابع تغییر **S.O.V**	درجه آزادی **degree of freedom (df)**	شاخص رقابتی **Competitive index**
بلوک Block	2	0.0922 ^{ns}
رقم Cultivar	2	0.7173 *
خطا Error	4	0.097
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		24.78

* و ^{ns}: به ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و عدم معنی‌داری

* and ^{ns}: significant at P≤0.05, and non-significant difference, respectively

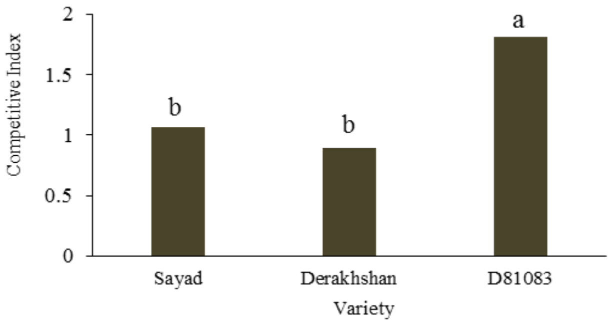
جدول ۹- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی در تیمار رقابت با علف‌هرز در سه رقم لوبیا قرمز

Table 9. Analysis of variance related to the physiological traits from three red bean cultivars as affected by weed competition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Degree of freedom (df)	میانگین مربعات Mean of squares / مراحل نمونه‌برداری Sampling stages: مرحله سومین سه‌برگچه‌ای V4 stage					مرحله گل‌دهی R6 stage					مرحله غلاف‌دهی R7 stage				
		کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	آنتوسیانین Anthocyanin	کاروتنوئید Carotenoid	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	آنتوسیانین Anthocyanin	کاروتنوئید Carotenoid	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	آنتوسیانین Anthocyanin	کاروتنوئید Carotenoid
بلوک Block	2	10.33 *	1.65 ns	20.05 ns	1.81×10^{-6} ns	0.504 **	0.03 ns	0.20 ns	0.07 ns	1.069e-6 ns	0.28**	3.25 ns	1.01 ns	7.73 ns	3.71e-8 ns	0.025 ns
رقم Cultivar	2	4.78 ns	1.63 ns	11.85 ns	1.29×10^{-6} ns	0.077 ns	0.03 ns	0.06 ns	0.14 ns	1.22e-7 ns	0.04 ns	1.03 ns	0.22 ns	2.12 ns	1.12e-6 **	0.40 **
رقابت با علف‌هرز Weed competition	1	19.60 *	6.59 **	48.94 *	6.02×10^{-8} ns	0.0066 ns	0.83 ns	0.22 ns	1.93 ns	4.74e-6 **	0.18 *	28.31**	5.13 **	57.57 **	1.55e-6 **	0.046 ns
رقم × رقابت علف‌هرز Weed competition×Cultivar	2	0.13 ns	0.80 ns	1.50 ns	1.09×10^{-7} ns	0.14 ns	0.35 ns	0.0004 ns	0.34 ns	2.25e-6 **	0.007 ns	0.19 ns	0.02 ns	0.17 ns	3.44e-7 ns	0.025 ns
خطا Error	10	2.30	0.63	5.04	6.0×10^{-7}	0.036	0.25	0.05	0.52	0.00000027	0.023	2.55	0.31	4.54	1.04e-7	0.042
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		15.15	23.04	16.66	37.73	9.64	4.99	7.57	5.41	24.15	6.07	16.47	16.28	16.19	20.74	8.63

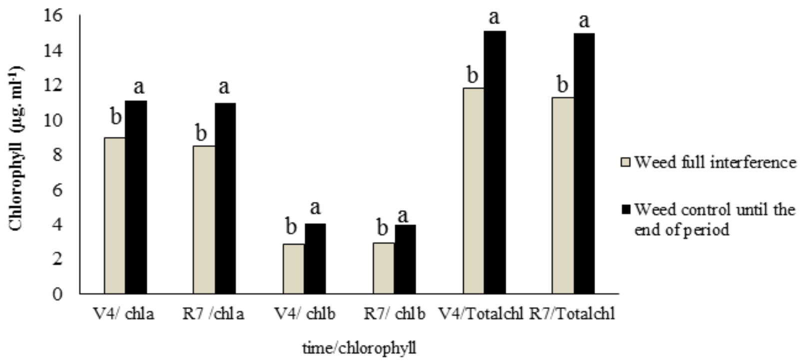
**، * و ns: به ترتیب نشانگر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد؛ و عدم معنی‌داری می‌باشد.

*, ** and ns: indicate a significant at P≤0.05 and P≤0.01 and non-significant difference, respectively.



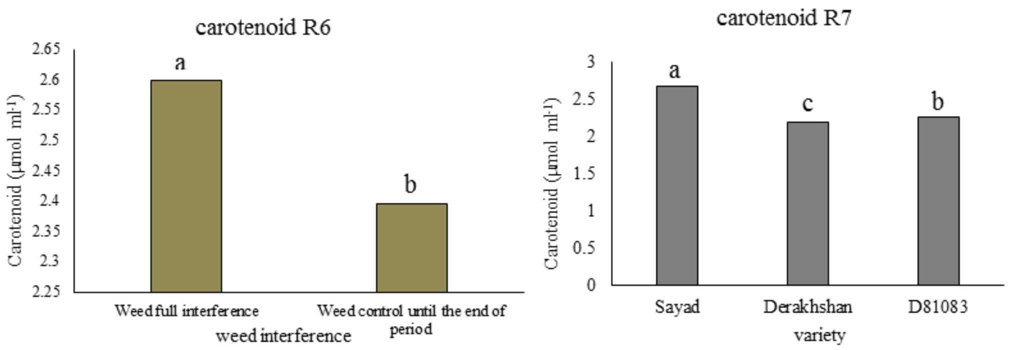
شکل ۵- مقایسه میانگین شاخص رقابت ارقام لوبیاقرمز در رقابت با علف‌هرز

Fig. 5. Mean comparison of competition index for red bean cultivars under weed competition



شکل ۶- مقایسه میانگین تیمار رقابت با علف‌های‌هرز برای صفت‌های کلروفیل a، b و کلروفیل کل لوبیاقرمز در سه زمان نمونه‌برداری

Fig. 6. Mean comparison of weed competition treatment for chlorophyll a, b and total chlorophyll traits of red bean at three sampling stages

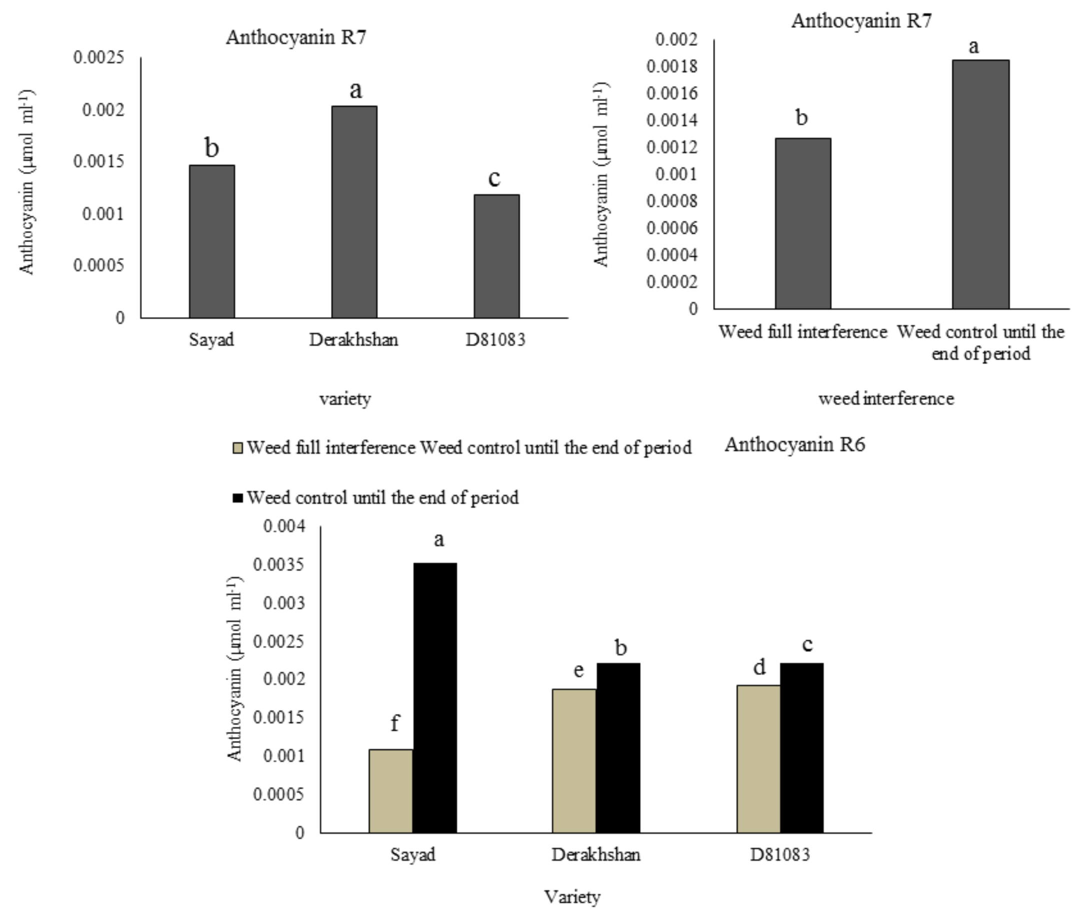


شکل ۷- مقایسه میانگین اثر اصلی رقم در مرحله R6 و رقابت با علف‌های‌هرز در مرحله R7 برای صفت کاروتنوئید

Fig. 7. Mean comparison for the main effects of cultivar at R6 stage and weed competition at R7 stage for the carotenoid

در بررسی میزان آنتوسیانین و کاروتنوئید در مرحله V4 در بین سه رقم لوبیای مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین رقابت با علف‌های‌هرز نیز تأثیر معنی‌داری بر میزان آنتوسیانین و کاروتنوئید نداشت (جدول ۹)؛ درحالی که در مرحله R6 اثر اصلی رقابت با علف‌های‌هرز و اثر متقابل رقم در رقابت با علف‌های‌هرز تأثیر معنی‌داری روی میزان آنتوسیانین داشتند و میزان کاروتنوئید در این مرحله فقط تحت تأثیر رقابت با علف‌های‌هرز قرار گرفت. در مرحله R7 اثر اصلی رقم و رقابت با علف‌های‌هرز روی میزان آنتوسیانین معنی‌دار بود و رقم درخشان بیشترین میزان آنتوسیانین (۰/۰۰۲۰ میکرومول بر میلی‌لیتر) را در این مرحله داشت (شکل ۸). میزان آنتوسیانین در مرحله R7 در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز کمتر از کنترل کامل علف‌های‌هرز بود (شکل ۸). میزان کاروتنوئید در این مرحله تحت تأثیر رقم قرار گرفت (جدول ۹). در مرحله R6 و در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز، لاین D81083 و رقم صیاد بیشترین و کمترین میزان

آنتوسیانین را داشتند که کاملاً برخلاف شرایط کنترل علف‌های‌هرز بود (شکل ۸). بیشترین و کمترین میزان کاروتنوئید در مرحله R7 مربوط به رقم صیاد و درخشان بود (شکل ۷). در مرحله R6 بیشترین میزان کاروتنوئید (۲/۵۹ میکرومول بر میلی‌لیتر) در شرایط رقابت کامل با علف‌های‌هرز مشاهده شد (شکل ۷). تغییرات در سطوح آنتی‌اکسیدآن‌های برگی مانند کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها در تعدادی از مطالعات رقابت گزارش شده است. این مطالعات نشان دادند که نور فراسرخ منعکس‌شده به‌وسیله علف‌های‌هرز مجاور، موجب پاسخ‌های آنتی اکسیدانی می‌شود تا از اثرات زیان‌بار افزایش ROS (گونه‌های اکسیژن فعال) جلوگیری شود. ROS مازاد به هر دوی فتوسیستم I و II آسیب می‌رساند (Agostinetto *et al.*, 2017; Mckenzie -Gopsill *et al.*, 2019). Lorenzo *et al*, (2019) نشان دادند که سایه گیاهان روی یکدیگر باعث افزایش ارتفاع گیاه، دمبرگ‌ها و میانگره‌های بلندتر، کاهش زیست‌توده برگ، کاهش کلروفیل کل، کاهش آنتوسیانین و افزایش سطوح کاروتنوئید می‌شود. نتایج Afifi & Swanton (2012) حاکی از آن است که قرارگرفتن گیاه ذرت (در مراحل ابتدایی رشد) در معرض نسبت R/FR کم ناشی از رقابت با علف‌های‌هرز منجر به کاهش میزان آنتوسیانین و افزایش لیگنین در بافت ساقه در مقایسه با تیمارهای عاری از علف‌های‌هرز شد. میزان آنتوسیانین در برگ‌ها تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت و در ریشه‌های ذرت این میزان در هر دو تیمار ناچیز بود. زیست‌توده ریشه و ساقه و قطر ساقه در شرایط عاری از علف‌هرز نسبت به شرایط رقابت کامل با علف‌های‌هرز بیشتر بوده است. تغییر از سنتز آنتوسیانین به سنتز لیگنین که یک ویژگی عمومی مسیر فنیل پروپانوئید می‌باشد، دلیل کاهش میزان آنتوسیانین در بافت ساقه و سپس افزایش میزان لیگنین است (Afifi & Swanton, 2012).



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر اصلی رقم و رقابت با علف‌های‌هرز در مرحله R7 و اثر متقابل رقم و رقابت با علف‌های‌هرز در مرحله R6 برای صفت کاروتنوئید

Fig. 8. Mean comparison for the main effects of cultivar and weed competition at R7 stage and interaction of cultivar and weed competition for the carotenoid at R6 stage

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر، نشان داد که استفاده از لاین D81083 در شرایط عدم دخالت علف‌های‌هرز قادر است عملکرد دانه را نسبت به شرایط تداخل کامل با علف‌های‌هرز تا دو برابر افزایش دهد. با توجه به نتایج، لاین D81083 بیشترین عملکرد دانه (۵۲۲۰ کیلوگرم در هکتار)، تعداد غلاف در بوته (۵/۳۳)، وزن۱۰۰دانه (۳۲/۵۴) و بیشترین شاخص رقابت (۱/۸۱) را در شرایط تداخل کامل با علف‌های‌هرز داشت. در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز، ارتفاع، سطح برگ و زیست‌توده در طی سه مرحله نمونه‌برداری نسبت به شرایط کنترل کامل علف‌های‌هرز کاهش معنی‌داری داشت. قدرت رقابتی لاین D81083 را می‌توان به ارتفاع، سطح برگ و زیست‌توده بیشتر آن ارتباط داد. نتایج این تحقیق نشان داد که علف‌های‌هرز از طریق رقابت بر سر منابع رشد، اثر نامطلوبی بر میزان کلروفیل و آنتوسیانین دارند؛ به‌طوری که در مرحله R7 رشد لوبیا مقدار کلروفیل a و b، کلروفیل کل و آنتوسیانین در تیمار رقابت کامل با علف‌های‌هرز نسبت به شرایط کنترل کامل علف‌های‌هرز به ترتیب به میزان ۲۲/۹۰، ۲۶/۸۱، ۲۴/۶۶ و ۳۳/۳ درصد کاهش یافت. لاین D81083 بیشترین میزان آنتوسیانین را در مرحله R6 در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز و بعد از صیاد بیشترین میزان کاروتنوئید را در مرحله R7 داشت و در عین حال، بیشترین عملکرد دانه را نیز تولید کرد. با توجه به این‌که میزان کلروفیل برگ، تعیین‌کننده میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده است، پس می‌تواند بر عملکرد محصول نیز تأثیر بگذارد. به نظر می‌رسد که عملکرد دانه وابستگی زیادی با خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در طی فصل رشد دارد. تأثیر دستکاری فاکتورهای زراعی مانند کاربرد ارقام مناسب، ممکن است به عنوان یک راهکار غیرشیمیایی در کاهش اثر تداخل علف‌های‌هرز بر عملکرد محصول لوبیا مؤثر باشد. علاوه بر این افزایش توانایی رقابتی گیاه در برابر علف‌های‌هرز نیز باید در نظر گرفته شود و بایستی از حداکثر ظرفیت ژنتیکی ارقام موجود نیز در شرایط اقلیمی متفاوت استفاده شود. با این وجود، از آنجا که اثر رقابت علف‌های‌هرز بر گیاه زراعی در شرایط مختلف محیطی متفاوت است، بنابراین توصیه می‌شود که این آزمایش در سایر شرایط اقلیمی و در چند سال نیز تکرار شود.

سپاسگزاری

از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی-ایستگاه ملی تحقیقات لوبیا خمین، برای تأمین بذور مورد نیاز این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Afifi, M., and Swanton, C. 2012. Early physiological mechanisms of weed competition. Weed Science 60: 542-551.
2. Aghaalikhani, M., Yadavi, A.R., and Modares Sanavi, S.A. 2005. The critical period of weed control of Pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Lordegan. Scientific Journal of Agriculture 28(1): 1-11. (In Persian).
3. Agostinetto, D., Tarouco, C.P., Nohatto, M.A., Oliveira, C., and Fraga, D.S. 2017. Metabolic activity of wheat and ryegrass plants in competition. Planta Daninha v35:e017155463. Doi: 10.1590/S0100-83582017350100044.
4. Ahmadi, A., Baghestani, M.A., Mousavi, S.K., and Rastgoo, M. 2007a. Evaluation of competitive ability of two dry bean (*Phaselous vulgaris*) cultivars using critical period of weed interference experiment. Pajouhesh and Sazandegi 76: 64-70. (In Persian with English Summary).
5. Ahmadi, A., Mirzaei Talarposhti, R., Mousavi, S.K., and Mohammadi, H. 2007b. Determination of the critical period of weed control in dry bean using a thermal basis. Iranian Journal of Weed Science 3: 21-38.
6. Ahmadi, A., Rashed Mohasel, M.H., Baghestani Meybodi, M.A., and Rostami, M. 2004. The effect of critical period of weed competition on yield, yield components, and morphophysiological characteristics of dry bean (*Phaselous vulgaris* L.) cultivars. Derakhshan (K.R.D-29). Entomology and Phytopathology 72(1): 31-49. (In Persian).
7. Al-Thahabi, A., Yasin, J.Z., Abu-Irmaileh, B.E., Haddad, N.I., and Saxena, M.C. 1994. Effect of weed removal on productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Med.) in a Mediterranean environment. Agronomy and Crop Science 172: 333-341.
8. Amini, R.A., Majnoon Hosseini, N., Rahimian Mashhadi, H., Mazaheri, D., and Alizadeh, H.M. 2009. Evaluation of competitive ability of red bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) using performance drop model. Iranian Journal of Field Crop Science 40(1): 121-131. (In Persian).

9. Amini, R.A., Pezhgan, H., and Dabagh Mohammadi Nasab, A. 2014. A study of competitive ability of different bean genotypes against weed. Iranian Journal of Field Crops Research 12(3): 491-501. (In Persian).
10. Bartoli, C.G., Tambussi, E.A., Diego, F., and Foyer, C.H. 2008. Control of ascorbic acid synthesis and accumulation and glutathione by the incident light red/far red ratio in *Phaseolus vulgaris* leaves. FEBS Letters 583: 118-122.
11. Burnside, O.C., Wiens, M.J., Holder, B.J., Weisberg, S., Ristau, E.A., Johnson, M.M., and Cameron, J.H. 1998. Critical period for weed control in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Weed Science 46: 301-306.
12. Casal, J.J. 2012. Shade Avoidance. The Arabidopsis Book, American Society of Plant Biologists. DOI: 10.1199/tab.0157.
13. de Aguiar, A.C.M., da Silva, D.R.O., Basso, C.J., Soriani, H.H., Novello, B.D., and Muraro, D. S. 2019. Interference of volunteer corn in growth and chlorophyll fluorescence of bean. Revista Ceres Vicosa 66(3): 210-219.
14. Eshaghi, M., Rastgu, M., Poor Yusef, M., and Fotovat, R. 2011. Effect of sowing density and growth habit on yield, yield components and weed community of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Pulses Research 2(2): 19-34.
15. Ghamari, H., and Ahmadvand, G. 2013. Effect of different periods of interference and weed control on height, yield and yield components of red bean. Journal of Crop Production and Processing 3(9): 71-79. (In Persian).
16. Ghamari, H., and Ahmadvand, G. 2015a. Evaluation of traits of dry bean (*Phaseolus vulgari*s L.) under weed interference conditions using boltzmann model. Journal of Agricultural Science and Sustainable 24(4): 91-101. (In Persian with English Summary).
17. Ghamari, H., and Ahmadvand, G. 2015b. Effect of weed competition on seed’s protein, seed’s electrical conductivity and leaf’s relative chlorophyll content of dry bean. Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi) 107: 67-73. (In Persian with English Summary).
18. Ghanbari Motlagh, M., Rastgoo, M., Pur Yusef, M., Saba, J., and Afsahi, K. 2011. Effect of sowing date and weed interference on yield and yield components of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars with different growth habitat. Iranian Journal of Pulses Research 2(1): 1-20. (In Persian with English Summary).
19. Green-Tracewicz, E., Page, E., and Swanton, C. 2011. Shade avoidance in soybean reduces branching and increases plant-to-plant variability in biomass and yield per plant. Weed Science 59: 43-49.
20. Horvath, D.P., Hansen, S.A., Moriles-Miller, J.P., Pierik, R., Yan, C., Clay, D.E., Scheffler, B., and Clay, S.A. 2015. RNAseq reveals weed-induced *PIF3*-like as a candidate target to manipulate weed stress response in soybean. New Phytologist 207: 196-210.
21. Kropff, M.J., and Lotz, L.A.P. 1992. Systems approaches to quantify crop-weed interactions and their application in weed management. Agricultural Systems 40: 265-282.
22. Lak, M.R., Dorri, H.R., Ramazani, M.K., and Hadizadeh, M.H. 2005. Determination of the critical period of the weed control of Pinto bean (*Phaseolus vulgaris*). Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 9(3): 161-168. (In Persian).
23. Lak, M.R., Dorri, H.R., and Farahani, L. 2013. Effect of weeds interference on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris*). Iranian Society of Weed Science 9: 65-78. (In Persian with English Summary).
24. Lichtenthaler, H.K., and Wellburn, A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions 11: 591-592.
25. Lorenzo, C.D., Iserte, J.A., Lamas, M.S., Antonietti, M.S., Gagliardi, P.G., Hernando, C.E., Dezar, C.A.A., Vazquez, M., Casal1, J.J., Yanovsky, M.J., and Cerdán, P.D. 2019. Shade delays flowering in *Medicago sativa*. The Plant Journal 99(1): 7-22. DOI: 10.1111/tpj.14333.
26. Majnoon Hosseini, N., Mohammadi, H., Poustini, K., and Zeinaly Khanghah, H. 2003. Effect of plant density on agronomic characteristics, chlorophyll content and stem remobilization percentage in chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Agriculture Science 34(4): 1011-1019. (In Persian with English Summary).
27. Mckenzie-Gopsill, A.G., Amirsadeghi, S., Earl, H.J., Jones, A.M.P. Lukens, L., Lee, E., and Swanton, C.J. 2019. Early physiological and biochemical responses of soyabean to neighbouring weeds under resource-independent competition. Weed Research 59(4) DOI: 10.1111/wre.12365.
28. Mamun, M.A.A., Shultana, R., Siddique, M.A., Zahan, M.S., and Pramanik, S. 2011. Efficacy of different commercial product oxadiazon and pyrazosulfuron-ethyl on rice and associated weeds in dry season rice cultivation. World Journal of Agricultural Sciences 7: 341-346.

29. Mauro, R.P., Occhipinti, A., Longo, A.M.G., and Mauromicale, G. 2011. Effects of shading on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and photosynthesis of subterranean clover. Journal of Agronomy and Crop Science 197: 57-66.
30. Ministry of Agriculture-Jahad. 2015. Agricultural Statistics of the Growing Year 2014-2015. Volume 1: Crops. Ministry of Agriculture-Jahad. Adjutancy of Planning and Economics. Center of Information and Communication Technology. 1-26 pp. https://www.maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub65/Amarnamehj1-95-96-site.pdf
31. Mojaddam, M., Shokohfar, A.R., Derogar, N., and Bandani, M. 2016. The effect of weed control period and nitrogen rate on yield and yield components of cowpea. Journal of Agronomy and Plant Breeding 12(2): 47-55. (In Persian with English Summary).
32. Mola, T., and Belachew, K. 2015. Determination of critical period of weed-common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) competition at Kaffa, Southwest Ethiopia. Greener Journal of Agricultural Sciences 5(3): 93-100.
33. Moriles, J., Hansen, S., Horvath, D.P., Reicks, G., Clay, D.E., and Clay, S.A. 2012. Microarray and growth analyses identify differences and similarities of early corn response to weeds, shade, and nitrogen stress. Weed Science 60: 158-166.
34. Oliver, L.R., Franse, R.E., and Talbert, R.E. 1976. Field competition between tall morning glory and soybean. 1. Growth analysis. Weed Science 24: 482-488.
35. Porra, R.J. 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. Photosynthesis Research 73: 149-156.
36. Radicetti, E., Mancinelli, R., and Campiglia, E. 2012. The competitive ability of different chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes against *Polygonum aviculare* under field conditions. Crop Protection 42: 312-319.
37. Rathore, M., Singh, R., Choudhary, P.P., and Kumar, B. 2014. Weed Stress in Plants. In: R.K.Gaur and P. Sharma (Eds.). Approaches to Plant Stress and Their Management. Springer, New Delhi, Heidelberg, New York, Dordrecht, London. pp: 255-265.
38. Ribeiro, V.H.V., Júnior, M.A.S., Pereira, G.A.M., Ferreira, E.A., Silva, E.B., and dos Santos, J.B. 2017. Total chlorophyll and nutrients content in bean plants and weeds in competition. Comunicata Scientiae 8(2): 307-315.
39. Saberali, S.F., Modares Sanavi, S.A.M., Baghestani, M.A., Bannayan, M., and Rahimian-Mashhadi, H. 2012. Influence of nitrogen rates on the growth and grain yield of two dry bean genotypes under redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) competition. Journal of Agroecology 2: 34-47. (In Persian with English Summary).
40. Sarani, M., Rezvani Moghadam, P., Nasiri Mahalati, M., and Zand, E. 2011. A study of some effective morphological characteristics in increasing of wheat (*Trticum aestivum*) coppetitive ability in competition with bromus (*Bromus japonicus*) weed. Journal of Plant Protection 25(2): 127-135. (In Persian).
41. Sims, D.A., and Gamon, J.A. 2002. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. Remote Sensing of Environment 81: 337-354.
42. Stagnari, F., and Pisante, M. 2011. The critical period for weed competition in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Mediterranean areas. Crop Protection 30: 179-184.
43. Sterck, F.J., Duursma, R.A., Pearcy, R.W., Valladares, F., Cieslak, M., and Weemstra, M. 2013. Plasticity influencing the light compensation point offsets the specialization for light niches across shrub species in a tropical forest understorey. Journal of Ecology 101: 971-980.
44. Vrbnicanin, S., Kresovic, M., Bozic, D., Simic, A., Maletic, R., and Uludag, A. 2012. The effect of ryegrass (*Lolium italicum* L.) stand densities on its competitive interaction with cleavers (*Galium aparine* L.). Turkey Journal of Agriculatural and Forestry 36: 121-131.
45. Wang, G., McGiffen J.R., Lindquist, J.L. Ehlers, J.D., and Sartorato, I. 2007. Simulation study of the competitive ability of erect, semi-erect and prostrate cowpea (*Vigna unguiculata*) genotypes. Weed Research 47: 129-139.
46. Woolley, B.L., Michaels, T.E., Hall, M.R., and Swanton, C.J. 1993. The critical period of weed control in white bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 41: 180-184.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 12, No. 1, 2021, p. 68-87 (Research Article)

Evaluation of response of Red bean cultivars with two different growth habits on weed competition

Tabatabaiepour[1], S.Z., Tahmasebi[2*], Z., Taab[3], A.R. & Rashidi Monfared[4], S.

1. PhD. of Plant Breeding, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Iran; z.tabatabaiepoor@ilam.ac.ir
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Iran
3. Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Iran; a.taab@ilam.ac.ir
4. Assistant Professor, Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran; rashidims@modares.ac.ir

Received: 9 June 2019
Accepted: 27 January 2020

DOI: 10.22067/ijpr.v12i1.81211

Introduction

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) has been considered as an important source of protein and calorie. This plant plays an important role in supplying the human's protein. Bean crop is highly susceptible to weeds due to low growth rate early in the growing season. Therefore, competition with weeds causes a significant reduction in grain yield at the end of the growing season. Weed competition is a kind of non-living stress, which affects plant yield. Weeds and crops are always competing for obtaining nutrients, water, light and space (CO_2). Examining the effect of weed interference time during the critical period provides valuable information regarding the physiological outcome of competition between weeds and crops. Red bean cultivars, with different morphological and genetic characteristics, show different responses in the presence of weeds, which may ultimately result in possible difference in yield. Unlimited growth genotypes showed higher competitive ability than those with limited growth genotypes. However, there are contradictory reports about the effect of growth habits on competitive ability. Measurement of growth indices is necessary to study the competitive ability of species during the growth period. The aim of this study was to investigate the response of some morphophysiological traits of three red bean cultivars with two different growth habits to weeds.

Materials and Methods

A field experiment was conducted to investigate the morphological and physiological characteristics of three red bean cultivars with two different growth habits (semi erect and erect) under weed competition in the experimental research station at the Faculty of Agriculture, University of Ilam, Iran. The experiment was conducted as factorial based on a randomized complete block design with two factors including: cultivars (Sayad, Derakhshan and line D81083) and weed competition at two levels (weed free and infested during the growing season) with three replications. The traits related to red bean such as plant height, biomass, chlorophyll a, b and total chlorophyll, anthocyanin and carotenoid at the stages V4, R6, R7 and grain yield and yield components were measured at physiological maturation stage. The importance value of weed (IVW) was measured in two stages V4 and R9. Competitive index (CI) was used to evaluate the competitive ability of common bean varieties against weeds. The software of SPSS 22, SAS 9.4 and Excel 2013 were used for test normality, data analysis and drawing charts, respectively. Means comparison was performed by the least significant difference test (LSD).

***Corresponding Author:** z.tahmasebi@ilam.ac.ir

Results and Discussion

Convolvulus arvensis had the highest importance value of weed (IVW) index from the beginning of growth until stage V4. At stage R9, the *Purtulaca oleracea* and *Amaranthus retroflaxus* had the highest values of IVW by 27.33% and 21.92%, respectively. The latter are dominant species in the western regions of the country. The results showed that cultivar type and weed competition had significant effects on the bean crop height at all studied stages. In addition, the effect of interaction between cultivar and weed competition was significant on leaf area (LA) and height at V4 and R7 stages, respectively. At all stages, traits such as height and leaf area of red bean cultivars were significantly decreased owing to weed competition compared to the weed control. Line D81083 and Sayad had the highest and lowest leaf area in competition with weeds during all stages, respectively. The effect of interaction between cultivar and weed competition was significant on grain yield and number of pods per plant. Line D81083 and Derakhshan cultivars had the highest and lowest seed yield in competition with weeds, respectively. Line D81083 had the most competitive index among the cultivars. There were no significant differences between Sayad and Derakhshan in all studied traits. Weed competition had a significant effect on chlorophyll a, b and total chlorophyll at V4 and R7 stages. Anthocyanin and carotenoids were not affected by the treatments at V4 stage. Overall, chlorophyll a, b and total chlorophyll were significantly increased in the absence of weeds. The effect of differences in anthocyanin value was significant based on the cultivar and weed presence, while carotenoid content was only affected by the cultivar type at R7 stage.

Conclusion

The present study showed that use of line D81083 could increase grain yield of red bean up to 2-fold under weed free conditions compared to crop-weed interference conditions. Line D81083 had the highest grain yield, pod per plant, 100-grain weight, and competition index when full-season weed competition occurred.

Keywords: Growth traits, Non-chemical weed management, Photosynthetic pigments, Shading